

# 지지하중을 고려한 틸팅패드 베어링의 온도예측에 관한 연구

## A Study on the Estimation Temperature of Tilting Pad Bearing Considering Supported Loading

\*김제실<sup>1</sup>, \*조현민<sup>1</sup>, 조수용<sup>2</sup>

\*C. S. Kim<sup>1</sup>, #H. M. Jo(gerdae@nate.com)<sup>1</sup>, S. Y. Cho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>창원대학교 기계공학과, <sup>2</sup>경상대학교 기계항공공학부

Key words : Tilting Pad Journal Bearing, ARMD, Metal temperature

### 1. 서론

산업현장에서 사용되는 다단의 터보형 블로워의 전압은 300 ~ 600 mmAq 이고, 터보형 압축기의 전압은 50000 mmAq이다. 하지만 식품생산공장에서 미생물과 물질과의 혼합을 위해 폭기용으로 사용하는 경우와 화학 플랜트의 케미칼 리액션 (Chemical reaction)과 폐수처리장의 폭기조에 산소 공급용의 경우 2,000mmAq 정도의 전압이 있는 공기를 필요로 하는 경우가 많다. 일반 블로워의 경우는 압력이 약하여 작동에 문제가 있고 반면에 일반 압축기의 경우는 저압화하여 사용하게 된다. 그러므로 일반 블로워의 5-6배정도의 고압인 전압력 2,000mmAq의 터보용 블로워의 개발의 필요성이 요구된다.

블로워의 경우에 필요로 하는 공기량은 크면 클수록 적용성이 높다. 하지만 터보형 블로워는 고압의 장점이 있지만 유량이 적은 단점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 고마력의 터보형 블로워의 개발이 요구된다. 대형인 고마력의 터보형 블로워는 입력이 높은 관계로 고효율화를 지양하여야 한다. 블로워의 고마력화로 임펠러축의 직경과 임펠러의 크기가 증가한다. 베어링의 지지하중은 메탈온도에 영향을 미치기 때문에 베어링의 설계 시 지지하중을 고려할 필요가 있다. 실제 고하중의 회전체에서의 베어링의 메탈온도에 관한 연구가 수행되고 있다.[1-2]

본 연구에서는 유한요소 소프트웨어 ARMD를 사용하여 고마력 터보블로워의 하중을 고려한 틸팅패드 저널베어링의 메탈온도를 예측한다. 또한 설계된 틸팅패드 저널베어링의 시제품을 제작하여 메탈온도를 측정함으로써 해석을 검증하고자 한다.

### 2. 틸팅패드저널베어링의 메탈온도 예측

1.2MW급 터보블로워용 틸팅패드 저널베어링의 지지하중에 따른 메탈온도를 예측하기 위해 865kg과 975kg의 지지하중으로 각각 해석을 수행한다. 하중의 방향은 270°이고, 패드와 패드사이에 작용될 수 있게 패드의 위치를 조절하여 Fig.1의 틸팅패드 저널베어링의 유한요소모델을 완성하였다. 해석은 3000~7000rpm의 회전조건으로 5번씩 수행하였으며 이때 윤활유의 공급온도는 45℃이고, 공급유량은 28 ℓ 이다. Fig.2은 최대메탈온도 해석결과이다.

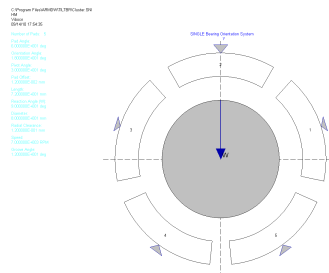


Fig. 1 Finite element model of tilting pad journal bearing

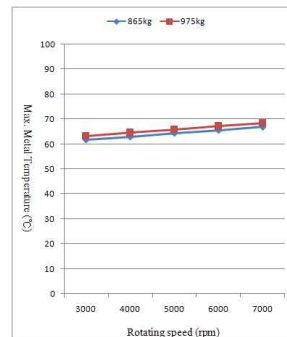


Fig. 2 Max. metal temperature according to load

### 3. 메탈온도 측정실험

해석을 검증하기 위해 메탈온도 측정실험을 실시한다. Fig.3의 시제품을 제작하여 각각의 패드에 온도센서를 장착한다. 실험축의 끝단을 볼베어링으로 지지하고 중심부에 틸팅패드 저널베어링을 장착하여 실험장치를 구성한다. 중심부에 장착된 틸팅패드 저널베어링의 아래쪽에 공기 벨로우즈를 설치하여 압축공기의 주입을 통해 하중을 부여하고 하중계기를 이용하여 크기를 조절한다. 윤활유 조건은 해석과 동일하게 윤활유 공급온도는 45℃로 윤활유 공급유량은 28ℓ로 조절한다. 실험은 865kg과 975kg의 하중조건과 3000~7000rpm의 회전조건으로 각각 3번씩 총 30회 실시하였고 결과는 Table 1과 같다. Fig.4는 기동중인 실험장치의 모습을 나타낸다. 실험치의 평균값과 이론값의 비교결과는 Fig.5과 같으며 7000rpm에서 최대오차 7.8%가 발생하였다. 하중 및 회전속도에 따른 윤활유 유막의 점성변화를 고려하면 정확한 해석이 가능할 것이다.



Fig. 3 Prototype of tilting pad journal bearing

Table 1 Measured max. metal temperature

	3000	4000	5000	6000	7000
865kg	55.7℃	60.9℃	65.0℃	68.6℃	71.9℃
	55.8℃	59.6℃	63.9℃	68.5℃	72.0℃
	55.6℃	59.7℃	63.1℃	68.5℃	71.8℃
975kg	56.6℃	62.0℃	65.8℃	70.3℃	73.1℃
	57.1℃	61.3℃	65.1℃	70.4℃	74.3℃
	56.8℃	63.4℃	64.5℃	69.5℃	73.8℃

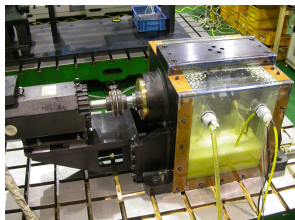
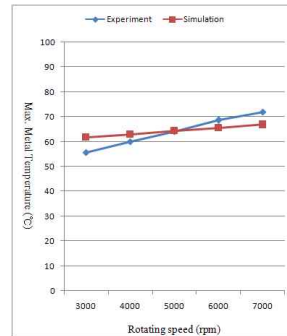
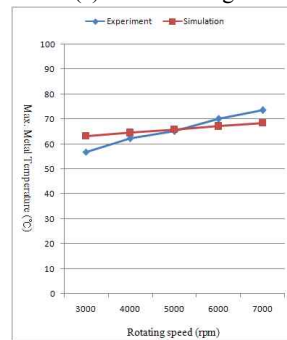


Fig. 4 Measurement of max. metal temperature



(a) Load : 865kg



(a) Load : 975kg

Fig. 5 Comparison of Max. metal temperature

### 4. 결론

1.2MW급 터보블로워용 틸팅패드 저널베어링의 지지하중에 따른 최대메탈온도를 해석하고, 시제품을 제작하여 최대메탈온도 측정실험을 실시하였다. 실험치의 평균값과 이론값을 비교를 통해 해석을 신뢰성을 검증하였다.

### 후기

본 연구는 지식경제부 지방기술혁신사업 (RTI04-01-03) 지원으로 수행되었습니다.

### 참고문헌

1. 김성원, 이동형, 김재실, 이원창, 하현천, “고하중 회전체의 회전속도에 따른 틸팅패드 베어링의 유막온도 예측에 관한 연구”, 한국정밀공학회 춘계 학술대회 논문집, 2007, pp503-504.
2. 이동형, 정훈형, 조현민, 김재실, 최현호, “볼소켓 틸팅패드 베어링설계를 위한 실험 및 시뮬레이션”, 한국정밀공학회 춘계 학술대회 논문집, 2008, pp733-734.